

10/535367

BUNDE REPUBLIK DEUTSCHLAND

EP03/12588



REC'D 12 FEB 2004	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 53 863.8

Anmeldetag: 19. November 2002

Anmelder/Inhaber: MAQUET GmbH & Co KG,
Rastatt/DE

Bezeichnung: Motorisch verstellbare Kopfstütze

IPC: A 61 G 13/12

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 16. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Feust
Feust

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

MAQUET GmbH & Co. KG
Kehler Straße 31
76437 Rastatt
Deutschland

KARL-HEINZ SCHAUMBURG, Dipl.-Ing.*
DIETER THOENES, Dipl.-Phys., Dr. rer. nat.
GERHARD THURN, Dipl.-Ing., Dr.-Ing.
JÜRGEN LANDSKRON, Dipl.-Phys., Dr. rer. nat. **
* bis 6/2000
** zugelassen beim DPMA

19. November 2002
M 9212 DE - THmu

Motorisch verstellbare Kopfstütze

Die Erfindung betrifft eine motorisch verstellbare Kopfstütze für Operationstische, umfassend eine Kopfplatte, die an einem Ende eines gekrümmten Stützholmes angeordnet ist, der in einer zur Krümmungsachse senkrechten Ebene an einem mit dem Operationstisch verbindbaren Träger zwischen drei Laufrollen verstellbar geführt ist, die in Stellrichtung einen Abstand voneinander haben.

Bestehende Kopfstützensysteme lassen sich unterteilen in Kopfstützen, die sich manuell in ihrer Position verstellen lassen und solche mit Unterstützung der Hubbewegung durch Fremdenergie, wie z.B. einen Elektromotor oder einen hydraulischen Antrieb. Besonders einfache Ausführungen beschränken sich auf eine Aneinanderreihung mehrerer zueinander drehbarer Glieder, die gegeneinander verspannt werden, wenn die richtige Position gefunden ist. Bei diesen einfachen Systemen muß während der Einstellprozedur die Last der Kopfplatte von der bedienenden Person getragen werden, was den Einsatz beider Hände erfordert. Eine solche Anordnung ist für intraoperative Verstellungen ungeeignet.

Manuelle Systeme, die auch ein Verstellen der Kopfplatte während des Eingriffes ermöglichen, unterstützen die Last kontinuierlich. Die vertikale Hubleistung wird in diesen Fällen durch ein mechanisches Getriebe eingeleitet, das einerseits kleine Verstellkräfte gewährleistet, andererseits von der Lastseite her selbsthemmend ausgeführt ist, um ein unerwünschtes Absinken des Kopfes zu verhindern. Zusätzliche Freiheitsgrade der Kopfplatte, wie z.B. laterale (waagerechte) Verschiebungen oder laterale Schwenkbewegungen sind durch einfache Klemmverbindungen arretierbar, da ihre Verstellung nahezu leistungsfrei erfolgen kann.

Die vertikale Hubleistung kann, wie bereits erwähnt, auch durch Fremdenergie erbracht werden. Je nach gewähltem System kann dabei auf die Selbsthemmung verzichtet werden, so daß die Gewichtslast direkt auf die Aktorik wirkt.

Bei den meisten bekannten Kopfstützensystemen kann die Bahn der Hubbewegung auf folgende Formen zurückgeführt werden:

Parallelogrammführung:

Der Kopf ist auf einem Ausleger gelagert, der über zwei parallele Lenker an die Fixpunkte im Rückenbereich des Patienten angebunden ist. Dadurch beschreibt der Kopf eine rein translatorische Bahn, die einem Kreisbogen entspricht.

Drehführung:

Der Kopf wird auf einem Ausleger aufgenommen, der in einem Punkt unterhalb des Patienten drehbar gelagert ist und daher bei seiner Verstellung eine Kreisbahn beschreibt. Dabei wird eine möglichst große Auslegerlänge angestrebt, um eine annähernd lineare Hubbewegung des Kopfes zu realisieren.

Haslinger-Kopfstütze:

Sie entspricht der eingangs beschriebenen Kopfstütze. Um eine annähernd anatomisch korrekte Verstellbewegung des Kopfes zu erzeugen, ist der Stützholm von einem Kreisringsegment gebildet, das durch drei Lagerrollen geführt wird und über eine Verzahnung an dem Kreisringsegment angetrieben wird. Durch diese Führung ist es möglich, das Zentrum der Drehbewegung des Kopfes in den Bereich oberhalb der Patientenlagerfläche zu verlegen.

All den bekannten Kopfstützensystemen ist gemeinsam, daß die Verstellbewegung durch sehr einfache Bewegungsformen realisiert werden, die in Rücksicht auf mechanische Randbedingungen quasilineare oder kreisförmige Bahnen beschreiben. Diese Bahnen entsprechen jedoch nicht der menschlichen Anatomie, so daß Ausgleichsbewegungen des Kopfes stattfinden müssen. Wird diese Ausgleichsbewegung unterbunden, z.B. durch Lagerung des Kopfes in einer Kopfkalotte, so wird der Patient je nach Stellrichtung auf Stauchung oder Streckung beansprucht. Ein wacher Patient wird unter dem entstehenden Schmerz kurzzeitig den Kopf anheben und somit einen Ausgleich herbeiführen. Ein relaxierter Patient hat diese Möglichkeit jedoch nicht und bleibt in der jeweiligen Spannungslage.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine motorisch verstellbare Kopfstütze der eingangs genannten Art so auszubilden, daß der Kopf eines auf der Patientenlagerfläche des Operationstisches liegenden Patienten beim Heben und Senken der Kopfplatte einer anatomisch korrekten Bahn folgen kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die an dem Stützholm ausgebildeten Laufbahnen für die Laufrollen so geformt sind, daß ihre momentanen Krümmungsmittelpunkte in jeder Stellung des Stützholmes mit dem momentanen Drehzentrum der Kopfbewegung beim Heben und Senken des auf der Kopfplatte aufliegenden Kopfes eines Patienten zusammenfallen.

Die erfindungsgemäße Lösung beruht auf einer Analyse der anatomisch korrekten Bewegung des Kopfes und der Erkenntnis, daß sich die den Kopf mit dem Körper

verbindende Wirbelsäule für die technische Realisierung des Kopfstützensystems als Gliederkette betrachten läßt. Die Wirbelsäule entspricht somit der Aneinanderreihung von einzelnen Gliedern, die in entsprechenden Abständen drehbar miteinander verbunden sind und deren jedes für sich eine gewisse Verdrehung zuläßt, wobei der Widerstand, der einer Verdrehung entgegengesetzt wird, mit zunehmendem Verdrehwinkel steigt.

Die gestreckte gerade ausgerichtete Lage sei als Mittellage und Ausgangslage folgender Betrachtungen gewählt. In der Mittellage sind alle Glieder des beeinflussten Bereiches in einer geraden Linie angeordnet. Wird der Kopf nun aus dieser Position angehoben, so wird dies zunächst zu einer Drehbewegung im vom Kopf am weitesten entfernten Drehglied führen, da dort die Kraft über den größten Hebel angreift und die kleinste Verdrehung hervorruft. Mit zunehmender Drehung übersteigt jedoch die Spannung in diesem Drehglied die des zum Kopf hin benachbarten Drehgliedes, so daß dieses nun eine Verdrehung erfährt. So schreitet der Mittelpunkt der Drehbewegung bei zunehmendem Anheben des Kopfes vom weitest entfernten Punkt in Richtung auf den Kopf hin voran. Die Kurve, welche die Gliederkette beschreibt, entspricht einer Spirale, die in waagerechter Richtung beginnend sich mit abnehmendem Radius nach oben krümmt. Für die Bewegung des Kopfes bedeutet dies, das ausgehend von einer senkrechten Hubbewegung von der Mittellage aus der Kopf idealerweise einer Spirale zunehmender Krümmung folgt, deren Momentanpole oder -zentren auf der beschriebenen Mittelpunktsspirale vom am weitesten entfernten Punkt zum Beginn der Hubbewegung in Richtung des Kopfes wandern.

Beim Absenken des Kopfes aus der Mittellage nach unten gelten die Gesetzmäßigkeiten entsprechend. Die Patientenaufgabe begrenzt die Anzahl der an der Bewegung beteiligten Glieder jedoch stark, so daß eine Spirale mit deutlich engerem Krümmungsradius entsteht. Der letzte Drehpunkt liegt hier im Wirbelansatz der Schädelbasis.

Die kontinuierliche Bewegung des Drehpunktes auf der Mittelpunktsspirale kann zur Vereinfachung der technischen Lösung auch in diskrete Drehungen um definierte

Drehpunkte abgebildet werden, wobei die Drehpunkte auf der Mittelpunktspirale liegen. Die Bahn des Kopfes wird dann durch eine Aneinanderreihung von Kreisbögen dargestellt, die zur Erzielung einer stetigen Bewegung tangential aneinander anschließen und deren Krümmungsradien von der Mittellage aus in Richtung Endlage immer kleiner werden.

Sind zwei Punkte eines Körpers bei einer ebenen Bewegung fixiert, so ist damit jeder weitere Punkt des Körpers in seiner Position festgelegt. Ebenso kann die Kurvenbahn eines Körperpunktes, in diesem Fall der Schwerpunkt des Kopfes, durch die Kurvenbahnen mindestens zweier anderer Körperpunkte beschrieben werden.

Damit läßt sich eine Bewegungskurve des Kopfes darstellen durch ein am Kopf angreifendes Führungselement, das an mindestens zwei Stellen auf lagespezifisch unterschiedlichen Kurvenfunktionen geführt wird. Bei der erfindungsgemäßen Lösung wird dieses Prinzip nun dadurch realisiert, daß der Stützholm zwischen drei Laufrollen eingespannt ist, deren an dem Stützholm ausgebildete Laufbahnen aufgrund der unterschiedlichen Positionen der Laufrollen auch eine unterschiedliche Form haben. Die Formen der Laufbahnen sind aus der gewünschten Bewegung des Kopfes hergeleitet. Dabei wird in jedem Punkt die Drehbewegung des Kopfes um einen Drehpunkt auf der oben beschriebenen Mittelpunktspirale durch eine Abrollbewegung der Laufrollen auf den Laufbahnen abgebildet, deren jeweiliger Momentanpol oder Krümmungsmittelpunkt mit diesem Drehpunkt des Kopfes zusammenfällt. Werden mindestens zwei Punkte des tragenden Stützholmes auf konzentrischen Kreisbahnen (realisiert durch die jeweiligen Laufbahnen mit den zugehörigen Laufrollen) geführt, so bewegen sich alle Punkte, die fest mit dem Stützholm und damit auch mit dem Kopf des Patienten verbunden sind, auf Kreisbahnabschnitten um das gleiche Drehzentrum. Die dritte Laufrolle verhindert ein Abheben des Stützholmes von den zwei genannten Laufrollen im Falle wechselnder Lastrichtung und ist vorzugsweise zum Ausgleich von Fertigungsungenauigkeiten in Richtung auf den Stützholm vorgespannt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der Träger in Form eines mit dem Operationstisch starr verbindbaren Gehäuses ausgebildet, in dem die Laufrollen gelagert sind und der Stützholm geführt ist.

Der Antrieb des Stützholmes kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Beispielsweise kann der Stützholm eine Zahnspur tragen, in die ein von einem Motor antreibbares Ritzel eingreift. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Zahnspur an einer zur Krümmungsachse des Stützholmes senkrechten Seitenfläche desselben ausgebildet, wobei die den Motor und das Ritzel umfassende Antriebsvorrichtung um eine zur Seitenfläche schwenkbare Achse beweglich in dem Träger gelagert ist.

Bei einer weiteren Ausführungsform umfaßt die Antriebsvorrichtung eine mittels eines Motors drehbare Gewindespindel, die sich an dem Träger abstützt und in eine an dem Stützholm beweglich gelagerte Mutter eingreift.

Bei einer weiteren Ausführungsform umfaßt die Antriebsvorrichtung ein Zugglied, das an oder nahe den beiden Enden des Stützholmes befestigt ist und über ein mittels eines Motors antreibbares Antriebsrad geführt ist. Das Zugglied kann dabei eine Kette oder ein Zahnriemen sein, so daß eine schlupffreie Verstellung des Stützholmes ermöglicht wird.

Schließlich könnte die Antriebsvorrichtung auch von einem Hydraulikzylinder gebildet sein, der am Stützholm angreift und sich an einem tischfesten Träger abstützt. Diese Ausführungsform eignet sich besonders für eine Kopfstütze, die dauerhaft mit einem hydraulisch verstellbaren Operationstisch verbunden ist.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung, welche in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigen:

Figur 1a-c Schematische Darstellungen der Kopfbewegung einer auf dem Rücken liegenden Person,

Figur 2 eine graphische Darstellung zur Erläuterung der technischen Realisierung der Bahnkurve für die Verstellbewegung der Kopfplatte,

- Figur 3 eine schematische Darstellung des Gesamtkonzeptes für die Bahnkurve des Kopfes und die Führung der Kopfstütze,
- Figur 4 eine perspektivische Gesamtansicht der erfindungsgemäßen motorisch verstellbaren Kopfstütze,
- Figur 5 eine annähernd der Figur 4 entsprechende Darstellung der Kopfstütze, wobei ein Teil des Gehäuses entfernt ist,
- Figur 6 eine der Figur 5 entsprechende Darstellung der Kopfstütze, jedoch von der entgegengesetzten Seite her betrachtet, und
- Figur 7 eine perspektivische Darstellung des Holmes und der Antriebsvorrichtung.

Die Figuren 1a-c zeigen die Krümmung der Wirbelsäule bei der Auf- und Abbewegung des Kopfes eines auf dem Rücken liegenden Patienten. Mit 10 ist die Patientenlagerfläche eines Operationstisches bezeichnet, an dem eine Kopfplatte 12 verstellbar angeordnet ist. Auf der Kopfplatte 12 ruht der Kopf 14 eines auf der Patientenlagerfläche 10 liegenden Patienten 16. Mit 18 ist der Schwerpunkt des Kopfes bezeichnet.

Die Figur 1b zeigt den Patienten 16 in seiner gestreckten Lage, wobei die Kopfplatte 12 mit der Patientenlagerfläche 10 fluchtet und die Wirbelsäule 20 des Patienten eine gerade Linie bildet. Wird der Kopf 14 des Patienten mittels der Kopfplatte 12 angehoben, so krümmt sich die Wirbelsäule entsprechend der Bahn 20' in Figur 1a. Wird der Kopf 14 durch Absenken der Kopfplatte 12 nach unten bewegt, so folgt die Wirbelsäule der Bahn 20'' in Figur 1c. Man erkennt, daß die Wirbelsäule nicht eine Schwenkbewegung um ein festes Drehzentrum macht und daß die Bahnen 20' und 20'' unterschiedlich gekrümmt sind.

Anhand der Figuren 2 und 3 soll erläutert werden, wie die Kopfplatte 12 so verstellt werden kann, daß der Schwerpunkt 18 des Kopfes 14 beim Anheben und Senken

der Kopfplatte 12 seiner anatomisch korrekten Bahn folgt, die in den Figuren 2 und 3 mit 22 bezeichnet ist.

Die Kopfplatte 12 ist an dem einen Ende eines Stützholmes 24 befestigt, der zwischen 3 Laufrollen 26, 28 und 30 in der Zeichenebene verschiebbar geführt ist. Die Laufrollen 26, 28, 30 liegen dabei an Laufbahnen 32, 34 bzw. 36 an, die an dem Stützholm 24 ausgebildet sind. Diese Laufbahnen 32, 34, 36 werden aus einzelnen Abschnitten zusammengesetzt, die so aufgefunden werden, wie dies in Figur 2 schematisch erläutert wird.

Figur 2 zeigt eine bestimmte Stellung des Kopfes oder einen Zeitpunkt der Stellbewegung des Kopfes, zu dem sich der Kopfschwerpunkt 18' an dem in Figur 2 dargestellten Punkt auf der Bewegungsbahn 22 befindet. Das zugehörige Drehzentrum in der Wirbelsäule, d.h. auf der Bahn 20'' befindet sich an dem mit Z_{mom} bezeichneten Punkt. Der Kopfschwerpunkt 18 ist über die Kopfplatte starr mit dem Stützholm 24 in Figur 3 verbunden. Die Laufrollen 26, 28, 30 liegen jeweils in einem Punkt 26', 28', 30' auf der zugehörigen Laufbahn 32, 34, 36 auf. Die Punkte 26', 28', 30' sind auch Punkte des Stützholmes 24 und damit starr mit dem Kopfschwerpunkt 18 verbunden. Die vier Punkte 18', 26', 28' und 30' können also nur dann eine gemeinsame Drehbewegung um das momentane Drehzentrum Z_{mom} ausführen, wenn die momentanen Krümmungsmittelpunkte der Laufbahnen 32, 34, 36 mit dem momentanen Drehzentrum Z_{mom} zusammenfallen, d.h. die Rollen 26, 28, 30 zu jedem Zeitpunkt auf konzentrischen Kreisbahnabschnitten mit dem Zentrum Z_{mom} laufen.

Unter dieser Bedingung werden bei Verlagerung des jeweils aktuellen oder momentanen Drehzentrums Z_{mom} entlang den Bahnen 20'' und 20' die zugehörigen Abschnitte der Laufbahnen 32, 34, 36 ermittelt. Sie bilden aneinandergereiht die entsprechenden Laufbahnen 32, 34 und 36. Die Laufbahnen sind alle unterschiedlich. In ihrer Kombination ergeben sie jedoch durch die Abrollbewegung auf den entsprechenden Laufrollen 26, 28 bzw. 30 die gewünschte Bewegungsbahn der Kopfplatte 12 und damit des Kopfschwerpunktes 18.

Die Figuren 4 bis 7 zeigen nun in schematischer Darstellung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels die technische Realisierung der erfindungsgemäßen Kopfstütze. In den Figuren erkennt man ein allgemein mit 38 bezeichnetes Gehäuse, das im wesentlichen aus zwei zueinander parallelen Platten 40, 42 besteht, die durch Bolzen 44 in einem Abstand voneinander gehalten und miteinander verbunden sind. Zwischen den Platten 40 und 42 sind die Laufrollen 26, 28 und 30 um zu den Platten 40 und 42 senkrechte Achsen drehbar gelagert, zwischen denen der Stützholm 24 geführt ist. In der Figur 6 erkennt man die an dem Stützholm 24 ausgebildeten Laufbahnen 32, 34 und 36 für die Laufrollen 26, 28 bzw. 30. Der Stützholm 24 trägt an einem Ende eine Leiste 46, an der die in den Figuren 4 bis 7 nicht dargestellte Kopfplatte 12 befestigt werden kann. Ferner ist an diesem Ende des Stützholmes 24 ein Handgriff 48 angebracht, mit dem der Stützholm von Hand bewegt werden kann. Oberhalb der Laufrolle 28 befindet sich eine in Figur 6 erkennbare Abdeckplatte 50, die verhindern soll, daß Gegenstände, insbesondere Haare eines Patienten von der Laufrolle 28 erfaßt und in das Gehäuse 38 hineingezogen werden können.

Die Stützrolle 30 wird durch eine Feder 52 in Richtung auf die Laufbahn 36 vorgespannt.

Der Antrieb für die Verstellung des Stützholms 24 ist in Figur 7 erläutert. Der Stützholm 24 trägt auf seiner einen Längsseite eine Zahnspur 54, in die ein Zahnritzel 56 eingreift, das über einen Schneckentrieb 58 von einem Motor 60 angetrieben wird. Die aus dem Motor 60, dem Schneckentrieb 58 und dem Ritzel 56 bestehende Antriebsvorrichtung oder Baugruppe ist in einer Platte 62, die an der Außenseite der Gehäuseplatte 42 angeschraubt ist, mittels einer Drehscheibe 64 um eine Achse 66 schwenkbar gelagert, so daß das Ritzel 56 der sich bei der Verstellung des Stützholms 24 ändernden Richtung der Zähne der Zahnspur 54 folgen kann. Die Antriebsvorrichtung ist in der Praxis durch einen nicht dargestellten Deckel abgedeckt, der mit der Platte 62 befestigt ist.

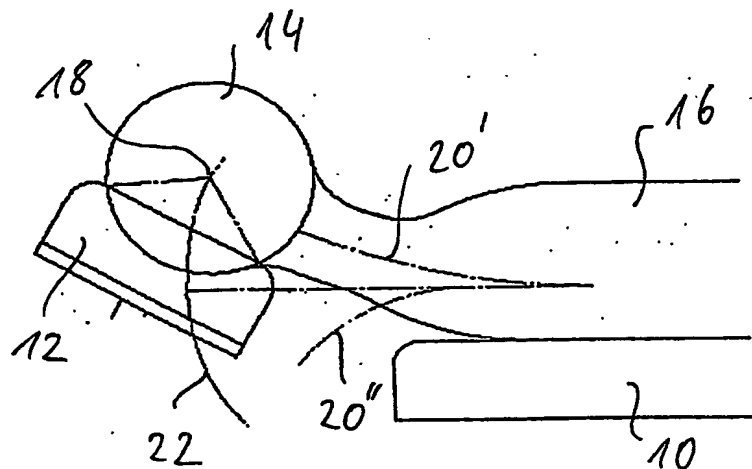
Das Gehäuse 38 kann mit Hilfe eines nicht dargestellten Trägers an dem Gestell eines Operationstisches oder der Patientenlagerfläche 10 befestigt werden.

Ansprüche

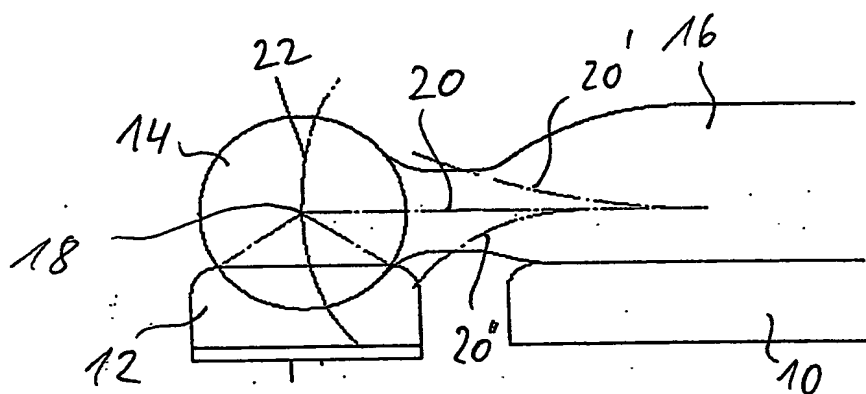
1. Motorisch verstellbare Kopfstütze für Operationstische, umfassend eine Kopfplatte (12), die an einem Ende eines gekrümmten Stützholmes (24) angeordnet ist, der in einer zur Krümmungsachse senkrechten Ebene an einem mit dem Operationstisch verbindbaren Träger (38) zwischen drei Laufrollen (26, 28, 30) verstellbar geführt ist, die in Stellrichtung einen Abstand voneinander haben, dadurch **gekennzeichnet**, daß die an dem Stützholm (24) ausgebildeten Laufbahnen (32, 34, 36) für die Laufrollen (26, 28, 30) so geformt sind, daß ihre momentanen Krümmungsmittelpunkte in jeder Stellung des Stützholmes (24) mit dem momentanen Drehzentrum Z_{mom} der Kopfbewegung beim Heben und Senken des auf der Kopfplatte (12) aufliegenden Kopfes (14) eines Patienten zusammenfallen.
2. Kopfstütze nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß zwei der Laufbahnen (32, 36) nach unten weisen und eine Laufbahn (34) nach oben weist.
3. Kopfstütze nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine der den Stützholm (24) unterstützenden Laufrollen (30) in Richtung auf den Stützholm (24) vorgespannt ist.
4. Kopfstütze nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Träger ein mit dem Operationstisch starr verbindbares Gehäuse (38) umfaßt, in dem die Laufrollen (26, 28, 30) gelagert sind, und der Stützholm (24) geführt ist.
5. Kopfstütze nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Stützholm (24) eine Zahnspur (54) trägt, in die ein von einem Motor (60) antreibbares Ritzel (56) eingreift.

6. Kopfstütze nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Zahnspur (54) an einer zur Krümmungsachse des Stützholmes (24) senkrechten Seitenfläche desselben ausgebildet ist und dass die den Motor (60) und das Ritzel (56) umfassende Antriebsvorrichtung um eine zur Seitenfläche senkrechte Schwenkachse (66) beweglich an dem Träger (38) gelagert ist.
7. Kopfstütze nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Antriebsvorrichtung eine mittels eines Motors drehbare Gewindespindel umfaßt, die sich an dem Träger abstützt und die in eine an dem Stützholm beweglich gelagerte Mutter eingreift.
8. Kopfstütze nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Antriebsvorrichtung ein Zugglied umfaßt, das an oder nahe den beiden Enden des Stützholmes befestigt ist und über ein mittels eines Motors antreibbares Antriebsrad geführt ist.
9. Kopfstütze nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Antriebsvorrichtung einen hydraulischen Zylinder umfaßt, der sich an einem Träger abstützt.

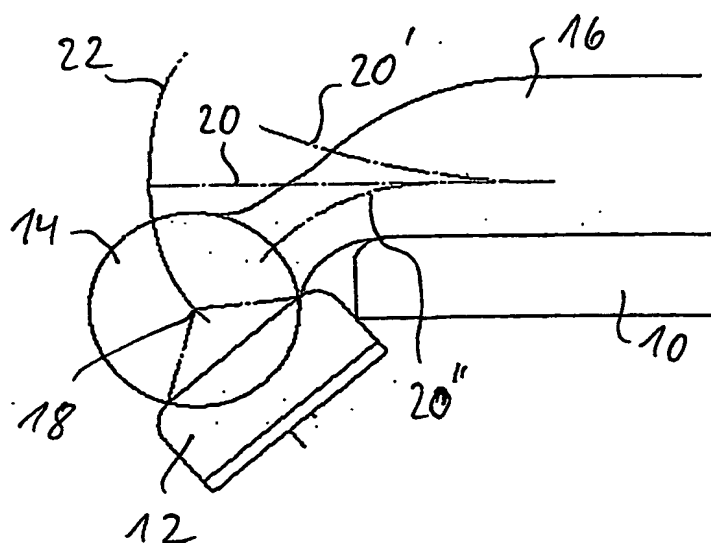
Fig. 1



(a)



(b)



(c)

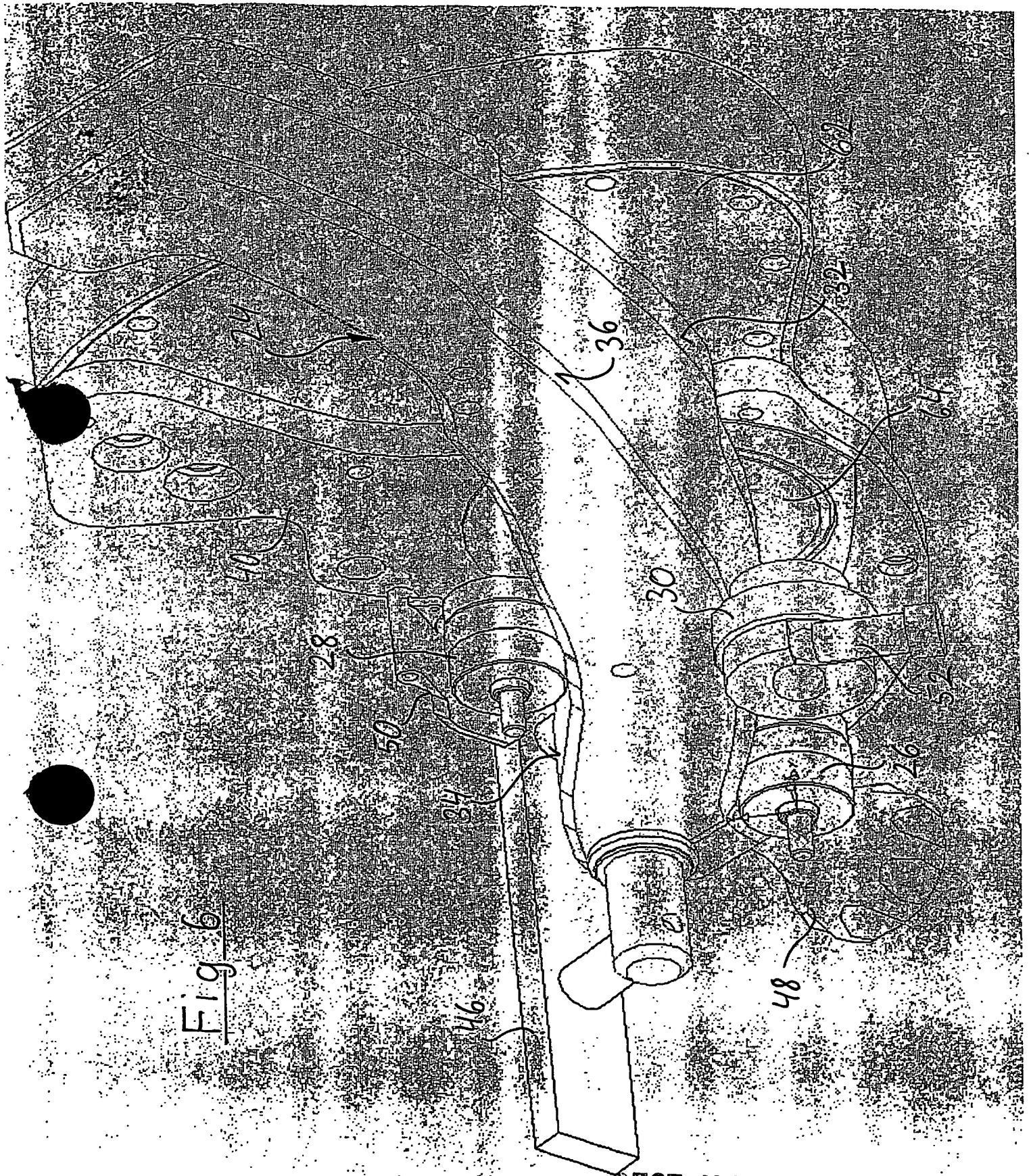
Diagram illustrating a cross-section of a bridge structure. A horizontal line represents the deck (10). A central vertical structure represents the pylon (20'). Three stay cables (26, 28, 30) are shown, each anchored to the deck at points 32, 34, and 36 respectively. A curved structure (22) is shown on the left, and a horizontal line (18') is also indicated. The label Z_{mom} is present near the pylon.

Fig. 3 is a perspective view of a curved structure 10. A dashed circular area 18 is shown, with lines radiating from its center to various points on the structure. These points are labeled 22, 24, 26, 26', 28, 28', 30, 30', 32, 34, 36, and 38. A line 20' is also indicated. The structure 10 is shown in a perspective view, with a curved surface and a dashed circular area 18. The labels 22, 24, 26, 26', 28, 28', 30, 30', 32, 34, 36, and 38 are distributed around the structure, indicating specific points of interest. A line 20' is also shown, extending from the top of the structure.



BEST AVAILABLE COPY

Fig. 6



BEST AVAILABLE COPY

Fig 7

